第 38 卷 第 2 期　　昆 虫 学 报　　Vol. 38. No. 2
1995 年 5 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　May, 1995

中国东亚飞蝗新类型蝗区——海南热带稀树草原蝗区的生态地理特征及其与大沙河蝗区比较*

丁 岩 钦
(中国科学院动物研究所　北京　100080)

摘要　本文系统地对海南热带稀树草原蝗区的生态地理结构特征进行了分析，说明本蝗区是 Uvarov (1936) 提出的飞蝗两类蝗区理论中，由于森林破坏而形成的一类蝗区，作者将它定名为"热带稀树草原蝗区"。这类蝗区在我国过去尚缺乏研究。文中进而根据本蝗区的成因、生态特征以及对蝗区的生态控制对策，分别与我国大陆的东亚飞蝗大沙河类型蝗区进行了比较。

关键词　东亚飞蝗，热带稀树草原蝗区

Uvarov (1936)[1] 提出飞蝗蝗区在世界上有两大类型，一系由大沙河三角洲而成的蝗区，另一系由森林破坏而成的蝗区。马世骏 (1954)[2] 根据我国大陆大沙河三角洲类型蝗区的生态地理特征，将我国大陆温带蝗区又具体分为滨湖蝗区、滨海蝗区、河泛蝗区、内涝蝗区 4 种次级结构类型，并根据每种蝗区类型特点，提出了改造蝗区根除蝗害的措施，控制了我国千年来的蝗害，受到国内外的高度评价。但对于 Uvarov 提出的另一由森林破坏而形成的蝗区类型，至今在我国尚未发现与报道。

海南自 1987 年东亚飞蝗突然大爆发以来，其后 7 年来每年均有发生为害。海南不仅成为国家承认的蝗区，而且由于没有掌握蝗区的生态地理基本特征，不能提出有效的改造蝗区控制蝗害的生态对策，就使控制蝗害处于被动的局面。为此，海南省农业厅于 1992 年邀请国内有关专家对海南蝗区进行了全面系统的考察。本文就是在此基础上，结合本岛近 7 年来的飞蝗发生动态与历史资料的分析，以及本蝗区近百年来生态地理演变规律与飞蝗自身的行为生态特性综合分析的结果。

1　海南热带蝗区的生态地理特征

1987 年以来，东亚飞蝗蝗区分布在海南岛的西部与南部的台地、阶地与平原地区，本地区的自然植被系属"热带稀树草原"类型[3,4]。主要木本、草本植物成分为：木棉 *Bombax malabarica*，酸豆 *Tamarindus indica*，鹊肾树 *Streblus asper*，扭黄茅 *Heteropogon contortus*，白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*，华三芒草 *Aristita*

* 本项目得到国家科学基金资助。
本文于 1993 年 11 月收到。

chinesis，长穗画眉草 *Erogrostis elongata*，刺葵 *Phoenix hanceana* 等。人工植被为稻作、旱作、甘蔗、瓜菜等。在农业上是本岛的热作、粮作分布带。本区土壤为燥红土(亦称稀树草原土)与砖红壤土，沿海滨为沙土。年降水量 1 000—1 400mm，蒸发量大于降水量。从 11 月至翌年 4 月为干季，5 月至 10 月为湿季。干湿季节分明。年平均温度 23.5℃，10℃以上的年积温达 8 700 日度，1 月平均温度最低，大多在 18℃—20℃，7 月平均温度最高，沿海各地在 28℃—29℃。因此东亚飞蝗在本岛蝗区一年发生 4 代，形成全年发生、连续为害、世代重迭的特征。

本蝗区的蝗虫群落：在稀树草原植被中，其蝗虫群落的优势种为：东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis*，隆义小车蝗 *Oedaleus abruptus*，花胫绿纹蝗 *Aiolopus tamulus*，刺胸蝗 *Cyrtacanthacris tatarica*，短额负蝗 *Atractomorpha sinensis*，中华稻蝗 *Oxya chinensis*，小稻蝗 *Oxya intricata*，威廉剑角蝗 *Acrida willenssei*，细肩蝗 *Calephorus vitalisi*，海南菊蝗 *Phlaeobida hainanensis*，疣蝗 *Trilophidia annulata*。在稻作——旱作田中的蝗虫群落，其优势种的组成为：东亚飞蝗、隆义小车蝗、花胫绿纹蝗、小稻蝗、中华稻蝗、短额负蝗、疣蝗、刺胸蝗。其发生特点是无论在自然植被或人工植被中，东亚飞蝗与土蝗均呈混合发生的趋势。

2 海南热带蝗区的成因、分布及名称来源

根据海南历史记载，本岛在划入西汉王朝版图以前，森林面积约占总面积的 90%，全岛林莽遍地，灌木丛生，草莱遍野，猛兽袭人的原始景象[5]。在此植被景观下，东亚飞蝗仅有物种的分布可能，决无猖獗为害的条件，因为东亚飞蝗是草原类型害虫，从无在森林内为害的记载(马世骏，1965，Uvarov，1936)[1,6]。再据司徒尚纪(1987)报道[7]，海南岛在人类未破坏植被以前，森林类型呈环状分布，沿海布满红树林，平原、阶地、台地和低丘为热带季雨林，高丘、山地为热带雨林，800—1 600m 山脊为亚热带常绿阔叶林，再上为高山矮林。呈环状分布。

自本岛划入西汉版图后，大陆居民不断迁入本岛，据陈铭枢（1933）记载[8]，唐代移民为 7 万人，宋代增至 10 万人，元代 16.6 万人，明代移民达 47 万人，当时迁移的人口主要集中在岛的北部与东部。随着人口数量的增加，伐林垦田的面积不断加大，加之耕作粗放。在本岛的北部、东部地区，首先出现了次生的稀树草原植被景观，因而形成了蝗区。因此在本岛历史上最早于 1403、1409 年在北部的临高、琼山出现了东亚飞蝗大发生的为害记载。清代乾隆 18 年（1753 年)发布《勅开垦琼州荒地》令后，向本岛东、北部的移民大增，1774 年移民达 118 万人，开垦面积 27.6 万公顷。至 1928 年本岛人口已达 219.56 万人，居民主要分布在岛的北部与东部的临高、海口、琼山、文昌、澄迈、定安、琼东、屯昌、于会、万宁一带。随着人口的增加，毁林造田面积进一步扩大。本岛北部、东部的稀树草原面积亦不断加大，从北部扩大到东部，因而东亚飞蝗蝗区亦不断扩大。自 1403—1963 年的 560 年间，东亚飞蝗前后在本岛上述地区曾有 9 次大发生(即 1403、1409、1543、1620、1824、1848、1955、1956、1963 年)，形成本岛历史上的蝗区。由此清楚地说明，蝗区的形成系由于毁林造田改变了本区原来的天然森林生态地理景观，而成为次生的稀树草原植被景观所致（图 1)。

至 1949 年解放时，本岛东、北部地区的原始森林已大部被采伐。据陈植（1949）[9] 记

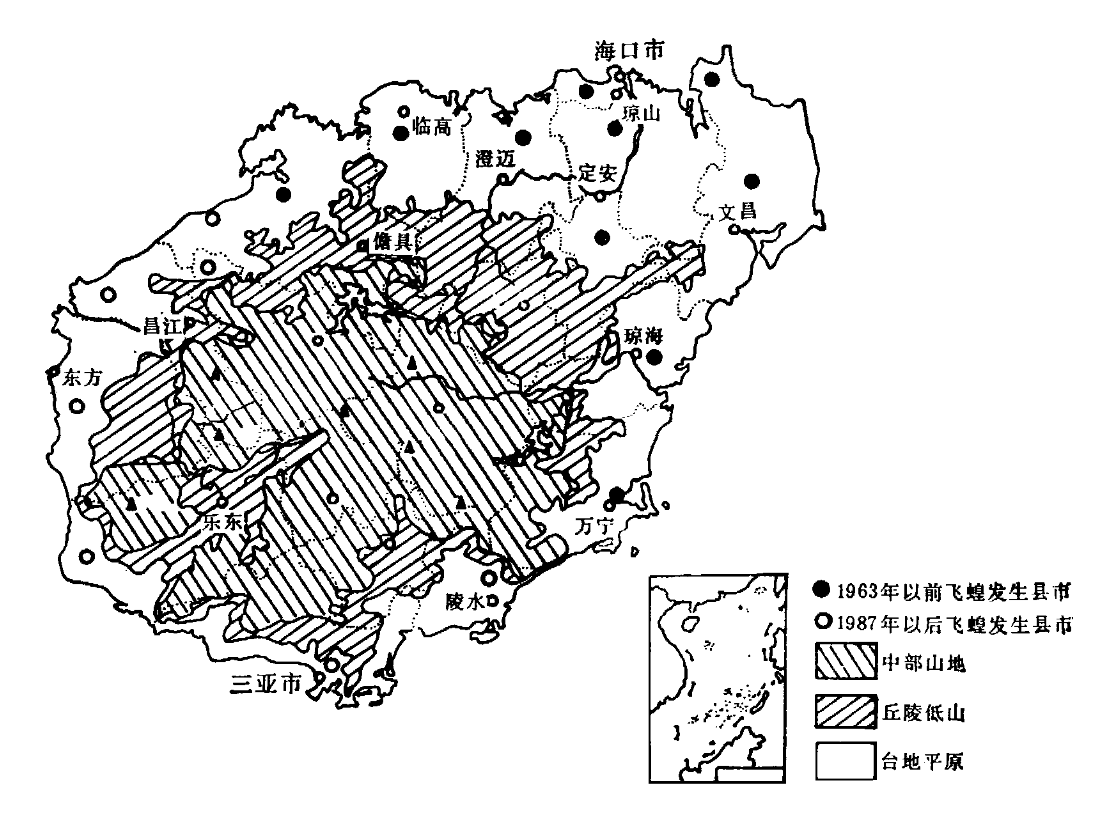


图 1　海南热带稀树草原蝗区发生分布示意图

载，当时本岛的天然林分布，主要集中分布在西部与南部的八大区。即(1)昌江县峨沟岭，(2)感恩县峨近溪，(3)崖县中部地方，(4)崖县西部地方，(5)崖县东部地方，(6)黄流附近之抱江，(7)陵水溪上游溪河附近，(8)陵水、万宁两县地方。亦即现在的东方、乐东、昌江、三亚、陵水、万宁等县市一带。解放后随着国内多次有组织的向本岛移民，人口分布逐渐移向西、南部地区，因此本区内天然林面积迅速下降，1950 年天然林面积为 120 万公顷，森林占全岛面积的 35.3%，到 1986 年减少到 29.8 万公顷，天然林仅占全岛面积的 8.8%[10]。这样就使原为茂密森林覆盖的本岛西、南部地区，通过近几十年来的不合理的伐林造田，烧火放牧、刀耕火种，逐渐演变为次生的热带稀树草原植被景观。从而形成了本岛当前西、南部的蝗区，即 1987 年以来的飞蝗发生地(图 1)。

关于本岛北部、东部的老蝗区，由于从 1960 年开始，进行了大面积的绿化造林，森林覆盖率均达 45%以上，同时结合改善水利条件，增加灌溉面积，扩大作物复种指数，提高植被覆盖度，消灭撩荒地，使蝗区生态地理结构改变，昔日适于飞蝗发生的条件，逐渐又由森林与其它茂密植被所代替，从而使东亚飞蝗亦由优势种而成为分布种，并且在 1987—1993 年东亚飞蝗在本岛西、南部地区猖獗为害时，而在历史上的老蝗区却从未出现群居型飞蝗。

通过上述本岛历史的与当前的飞蝗蝗区的形成原因分析，以及改造蝗区的结果，可清晰地看出，本岛东亚飞蝗蝗区均系由于岛上大面积天然林的破坏，而演变为次生的热带稀树草原植被而成，因此我们将本类型的蝗区，命名为“热带稀树草原蝗区”。本蝗区与我国

大陆的大沙河三角洲类型蝗区是并列的两类蝗区，在我国这类蝗区过去尚无研究，因此是我国东亚飞蝗新蝗区。

3 海南大沙河三角洲类型对东亚飞蝗发生动态的作用分析

大沙河三角洲河漫滩生境类型是我国大陆东亚飞蝗的重要发生基地，它的形成、类型与作用，以及改造对策，马世骏(1962)[11]、马世骏等(1965)[6]曾多次进行了分析与报道。本类型生境在海南亦有存在，并且还有一定的面积。马世骏等(1965)[6]曾将本岛蝗区归属于大沙河三角洲类型的滨海蝗区、河泛蝗区与内涝蝗区。该生境在本岛是否是东亚飞蝗的发生基地？它对飞蝗的发生又有什么关系？这是需要明确的问题。

3.1 海南岛的河流及其形成的三角洲平原

海南岛有三大河流，即南渡江、万泉河、昌化江，其它均为次一级的河流。海南岛河流纯属雨水补给型河流，但汛期与大陆河流不同，海南各河是以秋汛型为特点，而大陆多为夏汛型，这是因为台风雨为主要雨源之故。

关于海南大沙河三角洲平原，据许士杰(1988)[10]记载，计有：(1)南渡江及其三角洲平原，是本岛最大的亦是最典型的三角洲平原。现在红树林带已把整个三角洲包围起来，呈典型的红树林海岸带。并且由于松涛水库的兴建，改变了南渡江秋汛型河流利少害多的水文特征。灌溉面积占全岛的 17%，使 4 县 1 市成倍增产。(2)万泉河及其三角洲平原，由于本河多在山林茂密区域流过，一般含沙量不大，故在河口处还未形成真正的三角洲，而只能将其归为三角洲雏形。(3)昌化江及其三角洲平原，昌化江流经西部干旱区，是暴流性最大的河流，因此昌化江的入海口形成不大的三角洲平原。

3.2 本岛大沙河三角洲类型对东亚飞蝗大发生的作用分析

由上所述，本岛的大沙河三角洲类型除南渡江三角洲平原为典型的大面积三角洲类型外，万泉河与昌化江的三角洲平原面积均很小。

东亚飞蝗在这三个三角洲生境中的发生动态，密切地与其生境内的森林破坏，稀树草原生境的形成有关，而并未表现出像大陆的蝗区那样，有其自身独立的作用。例如历史上本岛北部、东部发生蝗害时，西部昌化江河漫滩生境未有发生蝗害的记载。而 80 年代后期东亚飞蝗大发生期间，西部昌化江流域的台地、阶地、平原的地理景观是稀树草原，是当前东亚飞蝗的主要发生基地。而其入海口处的河漫滩，分布有露兜-茅根群落，因而有时亦有飞蝗发生。而在北部、东部的南渡江、万泉河三角洲，其沿海岸由于有红树林、木麻黄林、桉树林等护岸林的存在，在 1987—1993 年的东亚飞蝗大发生中，均未有东亚飞蝗发生为害的报道。因此说明三角洲类型生境在本岛并未成为东亚飞蝗的发生基地，而只成为热带稀树草原蝗区的次级结构，即只有在稀树草原景观条件下，三角洲类型对东亚飞蝗的发生才能起一定的作用，如果不存在热带稀树草原类型，而是为茂密的森林(或防护林)植被所覆盖，则虽有三角洲生境的存在，亦不能成为东亚飞蝗的发生基地。

4 海南热带稀树草原蝗区与大陆大沙河三角洲类型蝗区的比较

4.1 海南热带蝗区与大陆温带蝗区形成原因的比较

大陆温带蝗区的形成原因，马世骏等(1965)[6]指出，“东亚飞蝗蝗区的主要发生基地皆分布于黄淮平原的湖泊、河流以及入海口河系的附近，追朔今日东亚飞蝗各类型蝗区(沼湖、沿海、河泛、内涝)的形成是与黄淮平原之生成，特别是与此平原上黄淮水系之生成

变化有密切的关系，继而通过“微山湖蝗区”、“洪泽湖蝗区”、“勃海蝗区”、“黄海蝗区”以及“河泛蝗区”等形成过程的分析，提出了各亚类型蝗区的形成，均是与历代黄河水系的泛滥，河道的变迁有密切关系，这清晰地看出，大陆温带各亚类型蝗区的形成，主要是由于河水通过泛滥，形成三角洲漫滩生境，从而形成蝗区。因此水是形成本类型蝗区的主导因素，而水的变化（包括河水、海水、湖水、雨水）直接关系到蝗区发生基地面积的大小。

海南热带蝗区的形成原因，系由于历代移民大量迁入本岛，进行不合理的伐林造田，使岛上天然林大面积破坏，以致带来了下列的影响：(1)使土地裸露加剧，土壤中营养、水分的失调，增加了水土流失，促使土壤瘠薄。(2)随着大片森林的砍伐，失去了“自然绿色水库”对当地水热系数的调节，因此干旱频率增加。(3)采用刀耕火种的原始耕作措施，促使土地撩荒化。这样就使原为森林覆盖的地理景观，演变为次生的热带稀树草原植被景观，从而形成了东亚飞蝗的蝗区。因此本类型蝗区形成的主要因素是由于森林的破坏（表 1）。

表 1　我国两个类型的东亚飞蝗蝗区成因的比较

蝗区所在地区	蝗区类型	蝗区的次级结构类型	蝗区形成的主导作用因素	蝗区形成的历史原因	形成原因的作用属性
中国大陆温带蝗区	大沙河三角洲类型	滨湖蝗区	湖水、河水的泛滥	由历史上黄淮水系多次变迁而成	自然因素
		滨海蝗区	海水、河水的泛滥		
		河泛蝗区	河水、雨水的泛滥		
		内涝蝗区	雨水、河水的泛滥		
中国海南热带蝗区	热带稀树草原类型	热带稀树草原蝗区	森林大面积的破坏	由历史上人口大量迁入本岛，伐林造田而成	人为因素

4.2　海南热带稀树草原蝗区与大陆大沙河三角洲类型蝗区生态地理特征及蝗区生态控制对策的比较

马世骏(1954)[2] 将我国大沙河三角洲类型蝗区分为四种次级结构类型，虽然其形成原因相同，但各类型的生态地理结构成分之间，又有一定的区别，因而其蝗区改造对策亦有不同。数十年来，对蝗区的改造已取得很大的成绩，但对以前蝗区的生态地理特征，仍可参考马世骏等(1965)[6]文献记载：

滨海蝗区：本蝗区既包含有受入海河流的大量泥沙沉积，而形成的三角洲河漫滩的结构成分，亦包含有沿海海潮升降变化带来的结构成分，故既受河水的作用影响，亦受海水盐分对蝗区的作用影响。蝗区土壤母质为海水、河水淤积的沉积物，呈碱性反应，pH 值 8—9，土壤为粘土，持水力较大，而土壤、植被、盐分与蝗区范围、蝗虫的分布形成一定关系(图 2)。

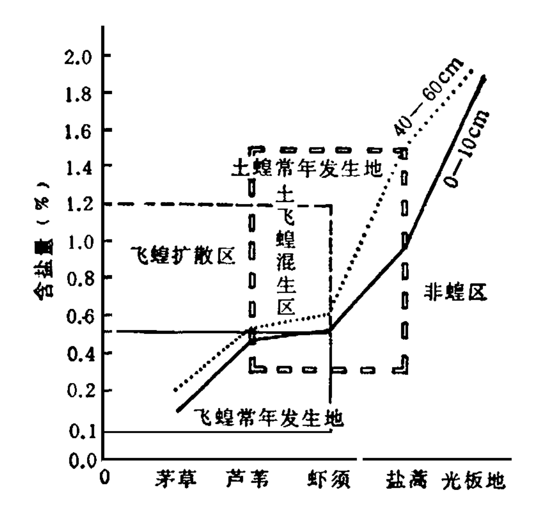


图 2　蝗虫分布与盐土、植物关系示意图
（尤其儆等，1965）

滨湖蝗区：本蝗区面积的大小，主要受湖水位升降的影响，亦受入湖诸河流汛期的洪水流量、泛滥、沉积的影响。蝗区的土壤为粘土。本蝗区的生态地理结构成分关系，见表 2。

表 2　滨湖蝗区结构与东亚飞蝗发生关系

项目	类	型	
蝗区结构	滨湖滩地	湖滩阶地	湖滩外围区
飞蝗分布	飞蝗发生基地	飞蝗一般发生区	临时扩散区
蝗虫成分	飞蝗发生区	飞蝗土蝗混生区	土蝗发生区
植被分布	湿生、中生植被	中生、旱生植被	旱生植被
土　壤	粘　土	壤　土	沙壤土
地理景观	湖水漫滩荒地	一般年份湖水不能波及区，农作区	远离湖区的农作区
影响因素	河水泛滥湖水位升降	一季撩荒地与耕作粗放	

河泛蝗区：本蝗区的形成直接与河流的泛滥与变迁有关，蝗区的土壤为冲积土，蝗区结构一般分为上滩型、中滩型、下滩型，均属河漫滩类型。由于其地理景观不同，植被分布亦不同，下滩是不稳定的滩地，存在与否决定于河水的大小，很少有飞蝗在该地带活动，中滩受汛期河水涨落影响，为大片荒地，是飞蝗发生基地，植被有小麦、高粱、花生、夹荒地有芦苇、稗草等。上滩地带农作物可以正常耕作，植被主要是小麦。

内涝蝗区：本蝗区几乎全部位于地势低洼的农田，呈点片分布，它系由河道决口、河水泛滥、雨水集中排泄不畅，造成大面积积水，形成内涝洼地，使农田荒芜，而形成蝗区，该蝗区的特征是有雨即涝，无雨即旱，涝年洼地积水，旱时农田撩荒，从而出现大面积的飞蝗发生基地。蝗区的土壤为粘土，涝时粘软，积水不易下泻，旱时坚硬，易于板结龟裂。植被在低洼地除农作物外，亦有稗草、芦苇等。

东亚飞蝗在上述 4 类蝗区中，一年发生 2 代，即夏蝗与秋蝗。

热带稀树草原蝗区：本类型蝗区是由森林连续破坏而成为稀树草原类型而成，因此蝗区虽四面临海，但它与海潮涨落、海水的盐分高低无关，虽有多条河流入海，并形成三角洲河漫滩，但通过几百年来在本岛的飞蝗发生证明，亦与河漫滩无关。因此本蝗区既不属于滨海蝗区、亦不属于河泛蝗区，而是有其自身独特的结构类型特征，即稀树草原类型蝗区。蝗区的土壤为砖红壤、燥红土(亦称稀树草原土)。其中以燥红土为本岛西、南部蝗区的基本土壤。蝗区植被以多年生旱生、中生密丛或疏丛禾草为主。东亚飞蝗在本蝗区一年发生 4 代，与土蝗混合发生。

关于两种不同类型蝗区的生态地理结构特征及蝗区的生态控制对策比较，见表 3。

5　讨论

5.1　根据海南历史的与当前的东亚飞蝗发生为害动态，从图 1 中可清晰地看出，海南热带稀树草原蝗区可以分布在本岛四周的以热作粮作为中心的台地、阶地、平原的任何地带。虽然当前蝗区仅出现在本岛西部与南部的几个县市，如果今后在北部、东部地区的城市建设与改革开放中，不注意保护森林，不进行合理的规划，盲目的采取伐林种瓜，伐林圈地等重商轻林农措施，则现在已改变蝗区面貌的地区，仍会重新成为蝗区，发生蝗害，这是

表 3　不同类型蝗区的生态地理结构特征及其控制对策的比较

蝗区所在地区	蝗区类型	蝗区的次级结构类型	蝗区生态地理结构特征			影响蝗区面积大小的因素	蝗区的控制对策		
			土壤类型	自然植物群落	蝗区的结构组分		主要控制对策	主要控制因素	次要控制对策
大陆温带蝗区	大沙河三角洲类型	滨湖蝗区	粘　土	芦苇，稗草，茅草，两栖蓼，小旋花。	1.飞蝗发生基地；2.一般发生区（飞蝗土蝗混生区）；3.临时扩散区（土蝗发生区）。	湖水位高低	控制稳定湖水位	水因素的控制	改善水利条件，结合绿化造林。
		滨海蝗区	粘　土	芦苇，茅草，虾须草，盐蒿。		海水、河水与土壤盐分共同作用。	海水、河水与土壤盐分的稳定。		
		河泛蝗区	冲积壤土	芦苇，茅草，稗草。		河水造成的漫滩大小	固定河道，疏浚河床。		
		内涝蝗区	粘　土	芦苇，茅草，蟋蟀草，狗尾草。		雨水、河水积涝面积的大小。	改善农田排灌系统		
海南热带蝗区	热带稀树草原类型	热带稀树草原蝗区	燥红土或砖红壤土	木棉、扭黄茅、白茅、华三芒草、刺葵。	1.飞蝗、土蝗混生区；2.临时扩散区。	森林破坏面积的大小	恢复森林植被，改变稀树草原面貌。	森林破坏面积的控制	修建水库，改善灌溉系统，增加作物复种指数，消灭撩荒地。

今后必须予以注意的。

5.2　当前本岛西、南部的蝗区，是位于本岛的干旱地区，本区降水量较岛的东、北部地区减少近 1 倍，而蒸发量却大于降水量 1 倍以上，随着本区大面积天然林的破坏，由于失去本区自然的“绿色水库”的调节作用，致使地形雨减少，水土流失加重，土壤变瘠，森林存活率降低，一季撩荒地大面积出现，从而增加了飞蝗发生为害频率与改造蝗区、改变稀树草原面貌、控制蝗害的难度，因此要改变本地区的稀树草原面貌，必须将恢复森林植被与兴修水利、建设水库、提高作物复种指数，增加植被覆盖度并重，即治本与治表并重，才能获得成效。否则，植树不易成活，撩荒地不易消灭，这是本岛西、南部蝗区与东、北部蝗区在改变稀树草原面貌采取生态对策的区别所在。

致谢　参加本项考察工作的有海南省植保站站长何谭连同志，动物研究所李鸿昌研究员、刘举鹏副研究员，龙庆成高级工程师，并在整理资料工作中，得到他们的热情协助，特此致谢。

参　考　文　献

1　Uvarov B. P. The oriental migratory locus (*Locusta migratoria manilensis*). Bull. ent. Res. 1936, **27**: 91—104.
2　马世骏. 洪泽湖及微山湖地区蝗区研究工作概况介绍. 科学通报，1954，**3**: 22—28.
3　吴征镒. 中国植被(海南植被). 北京：科学出版社，1983.
4　侯学煜. 中国植被地理及优势植物化学成分. 北京：科学出版社，1982.
5　唐承銮. 海南岛的景观. 新知识出版社，1958.
6　马世骏，等. 中国东亚飞蝗蝗区的研究. 北京：科学出版社，1965.

7 司徒尚纪. 海南岛历史上土地开发研究. 海口: 海南人民出版社, 1987.
8 陈铭枢. 海南岛志. 北京: 商务印书馆, 1933.
9 陈 植. 海南岛新志. 北京: 商务印书馆, 1949.
10 许士杰. 海南省自然、历史、现状与未来. 北京: 商务印书馆, 1988.
11 马世骏. 东亚飞蝗蝗区的结构与转化. 昆虫学报, 1962,11(1): 17—30.

A NEW TYPE OF LOCUST AREA IN CHINA——THE ECOLOGICAL GEOGRAPHY CHARACTERISTICS OF THE TROPICAL SAVANNAH LOCUST AREA IN HAINAN AS COMPARED WITH THE RIVER DELTA TYPE OF LOCUST AREA

Ding Yanqin
(*Institute of Zoology, Academia Sinica Beijing* 100080)

Abstract In the present paper the structure characteristics of the ecological geography of the tropical savannah locust area in Hainan are systematically analyzed. It seems rational to regard that this locust area as one of the two kinds of locust breeding area proposed by Uvarov (1936), i. e., the locust area induced by deforestation, The author named it as the tropical savannah locust breeding area", which has not previously been investigated in China. Comparison has been made with the river delta type of locust breeding area of the mainland in the cause of their formation and the characteristics of the ecological geography. Suggestions in ecological reform of this new type of locust breeding area are made to conform the prudential strategy for its elimination.

Key words *Locusta migratoria manilensis*, tropical savannah locust breeding area